

**Depik****Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan***p-ISSN: 2089-7790, e-ISSN: 2502-6194* <http://jurnal.unsyiah.ac.id/depik>

RESEARCH ARTICLE

DOI: 10.13170/depik.6.1.5555

Kandungan tembaga (Cu) dan timbal (Pb) pada lamun *Enhalus accoroides* dari Perairan Batam, Kepulauan Riau, Indonesia***Concentration of copper (Cu) and lead (Pb) in seagrass *Enhalus accoroides* harvested from Batam waters, Riau Islands, Indonesia*****Ismarti Ismarti^{1*}, Ramses Ramses², Fitrah Amelia¹, Suheryanto Suheryanto³**

¹ Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Riau Kepulauan, Batuaji, Batam, Kepulauan Riau; ² Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Riau Kepulauan, Batuaji, Batam, Kepulauan Riau; ³ Jurusan Kimia, Universitas Sriwijaya, Inderalaya, Palembang, Sumatera Selatan. *Email Korespondensi: ismarti78@gmail.com

Abstract. *The objective of the present study was to analyze the metal content of copper and lead in *Enhalus accoroides* seagrass in Batam Island waters. Samples of seagrass (*E. accoroides*) were collected from six locations along the western region of Batam Island then dried and performed with acid destruction. The measurements of Cu and Pb in the samples were conducted by Atomic Absorption Spectrophotometer. The result showed that there was an increasing of copper and lead contaminant level on sample E *accoroides* during two periods in a year. The Cu level ranged from 0.63 to 46.1 mg/kg, meanwhile, lead level ranged from 2.14 to 10.52mg/kg respectively. The highest accumulation of copper and lead were recorded on leaves, it was reached 10.81 mg/kg and 5.98mg/kg, respectively.*

Keywords: *Heavy metal, Marine pollution, *Enhalus accoroides*, Batam Island*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan menganalisis kandungan logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb) pada lamun *Enhalus accoroides* di sepanjang perairan barat Pulau Batam. Sampel lamun dikumpulkan dari enam lokasi kemudian dikeringkan dan dilakukan destruksi dengan asam. Penentuan kadar logam tembaga dan timbal dalam sampel dilakukan dengan spektrometri serapan atom. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kadar logam Cu dan Pb pada sampel lamun *E. accoroides* selama 2 periode sampling dalam 1 tahun. Kadar logam Cu dan Pb pada lamun secara berturut berada pada rentang 0.63-46.1 mg/kg dan 2.14-10.52mg/kg. Akumulasi logam Cu dan Pb dalam lamun *E. accoroides* tertinggi pada bagian daun sebanyak 10.81 mg/kg Cu dan 5.98 mg/kg Pb.

Kata Kunci: Logam berat, Pencemaran laut, *Enhalus accoroides*, Pulau Batam

Pendahuluan

Perairan barat pulau Batam dipengaruhi oleh aktivitas industri perkapalan (*shipyard*), pelabuhan, perhotelan dan limbah domestik dan diduga telah memberikan cemaran pada perairan khususnya logam berat. Cemaran logam berat yang sering terjadi di perairan terbuka berkaitan dengan aktivitas industri, pertanian, perkebunan, dan limbah domestik (Sarong *et al.*, 2013; Rochyatun *et al.*, 2006). Logam berat merupakan polutan yang berbahaya karena bersifat racun (Annibaldi *et al.*, 2015; El-Nemr *et al.*, 2012) dan sulit terurai (El-Nemr *et al.*, 2016). Selain itu, jika organisme laut terkontaminasi logam berat dapat menyebabkan logam tersebut berpindah ke tingkat tropik yang lebih tinggi dan dapat memasuki rantai makanan manusia melalui makanan laut yang terkontaminasi tersebut (Annibaldi *et al.*, 2015).

Peningkatan kadar logam berat akan mempengaruhi kehidupan organisme laut dimana logam berat pada kadar rendah yang sebelumnya dibutuhkan untuk proses metabolisme berubah menjadi racun. Hal ini berkaitan dengan sifat logam berat yaitu sulit terurai sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (Ika dan Said, 2011). Faktor fisika dan kimia yang mempengaruhi akumulasi logam berat



adalah pH, suhu, salinitas, oksigen terlarut (DO), dan laju aliran air (Nurhayati dan Zamzami, 2014).

Secara umum logam dapat dikategorikan secara biologi sebagai logam non esensial dan esensial. Logam non esensial (contohnya: aluminium, kadmium, merkuri, timah dan timbal) tidak terbukti berpengaruh secara biologis sehingga dikenal sebagai *xenobiotic*. Toksisitas logam-logam ini akan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi. Logam esensial (contohnya: tembaga, seng, krom, nikel, kobalt, molibdenium dan besi) diketahui terlibat secara biologis dan toksisitas akan terjadi pada kondisi kekurangan (defisien) atau pada konsentrasi tinggi (Dionísio *et al.*, 2013).

Aktivitas industri yang tinggi, pemukiman dan transportasi laut yang padat di pesisir barat pulau Batam, Kepulauan Riau berpeluang memberikan kontribusi besar terhadap kadar logam berat di wilayah tersebut. Penelitian tentang status pencemaran logam berat di wilayah pulau Batam masih sangat terbatas. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian sebagai data awal untuk penilaian status cemaran logam berat di perairan pulau Batam Kepulauan Riau di masa mendatang.

Salah satu cara untuk menentukan tingkat cemaran di perairan laut adalah menggunakan makro alga (Al-Homaidan *et al.*, 2011; Mamboya, 2007; Napan *et al.*, 2016) dan lamun (Ahmad *et al.*, 2015; Ambo-Rappe *et al.*, 2011; Sudharsan *et al.*, 2012; Supriyantini *et al.*, 2016; Thangaradjou *et al.*, 2010; Tupan dan Azrianingsih, 2016). Lamun (*seagrass*) adalah tanaman air yang berbunga (*antophyta*) dan mempunyai kemampuan beradaptasi untuk hidup dan tumbuh di lingkungan laut. Lamun mempunyai fungsi ekologis yang besar dan merupakan produser primer di laut yang cukup besar bila dibandingkan dengan ekosistem lainnya (Khaled *et al.*, 2014).

Lamun merupakan suatu penanda kapasitas akumulasi logam karena berinteraksi secara langsung dengan badan air dan air tanah (substrat) melalui daun dan akarnya untuk *uptake* ion-ion sehingga lamun dapat merefleksikan status kesehatan perairan secara keseluruhan (Ahmad *et al.*, 2015; Supriyantini *et al.*, 2016). Beberapa spesies lamun yang digunakan sebagai bioindikator logam di perairan adalah *Enhalus accoroides* (Ahmad *et al.*, 2015; Supriyantini *et al.*, 2016; Thangaradjou *et al.*, 2010; *Thalassia hemprichii* (Ahmad *et al.*, 2015; Supriyantini *et al.*, 2016; Thangaradjou *et al.*, 2010; Tupan dan Azrianingsih, 2016), *Halophila* sp (Ahmad *et al.*, 2015; Ambo-Rappe *et al.*, 2011; Thangaradjou *et al.*, 2010) dan *Sargassum* sp (Sudharsan *et al.*, 2012; Thangaradjou *et al.*, 2010). Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb) pada lamun *Enhalus accoroides* di perairan barat Pulau Batam.

Bahan dan Metode

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di perairan sebelah barat pulau Batam (Gambar 1). Sampel lamun *E. accoroides* dikumpulkan dari 6 lokasi sampling yaitu: stasiun 1 (Tanjung Pinggir), stasiun 2 (Pelabuhan Sekupang), stasiun 3 (Tanjung Riau), stasiun 4 (Pantai Marina), stasiun 5 (Tanjung Uncang) dan stasiun 6 (Sagulung). Sampling lapangan dilaksanakan pada 29 Mei 2015 dan 26 April 2016.

Sampling dan preparasi

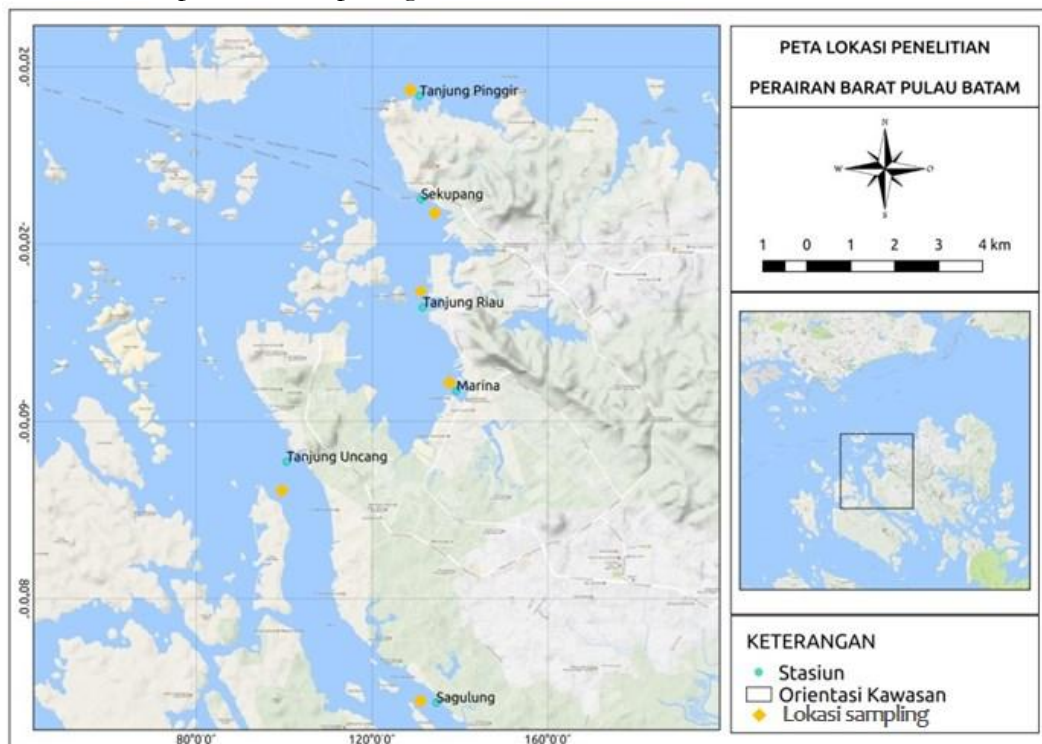
Sampel *E. accoroides* yang dikumpulkan sebanyak 20-25 spesimen dari masing-masing lokasi. Tumbuhan lamun dipilih yang tua dengan memotong bagian tumbuhan secara lengkap (akar, batang dan daun) menggunakan pisau. Sampel lamun dibilas dengan air laut, air bersih dan air suling untuk membuang *epiphytes*, pasir dan partikel lumpur. Pada setiap lokasi sampling dipilih 15 spesimen lamun dan dibagi menjadi 3 bagian yaitu akar, batang dan daun.



Selanjutnya sampel lamun dikeringkan pada suhu ruang hingga berat konstan. Sampel kering kemudian digerus dengan menggunakan mortar.

Prosedur analisa logam berat

Prosedur analisa logam berat pada lamun dilakukan mengacu pada SNI (SNI 6989.6:2009 untuk logam Cu dan SNI 6989.8:2009 untuk logam Pb). Destruksi basa dilakukan dengan menimbang sebanyak 5 gram dari masing-masing bagian sampel pada setiap lokasi kemudian ditambahkan air bebas mineral sebanyak 50 ml. Setelah homogen, sampel ditambahkan 5 ml HNO₃ pekat dan dipanaskan menggunakan *heat mantel* hingga diperoleh larutan jernih sebanyak ± 10 ml. Sampel yang telah didestruksi disaring menggunakan kertas saring Whatman No.42. Filtrat yang diperoleh ditampung dalam labu ukur 50 ml dan diencerkan sampai tanda batas. Kadar logam Cu, dan Pb diukur dengan menggunakan AAS Merk Shimadzu Tipe AA-7000 pada garis resonansi Cu 324,77 nm, dan Pb 283,30 nm.



Gambar 1. Peta perairan barat Pulau Batam yang menunjukkan lokasi penelitian (bulatan warna kuning tua)

Analisa data

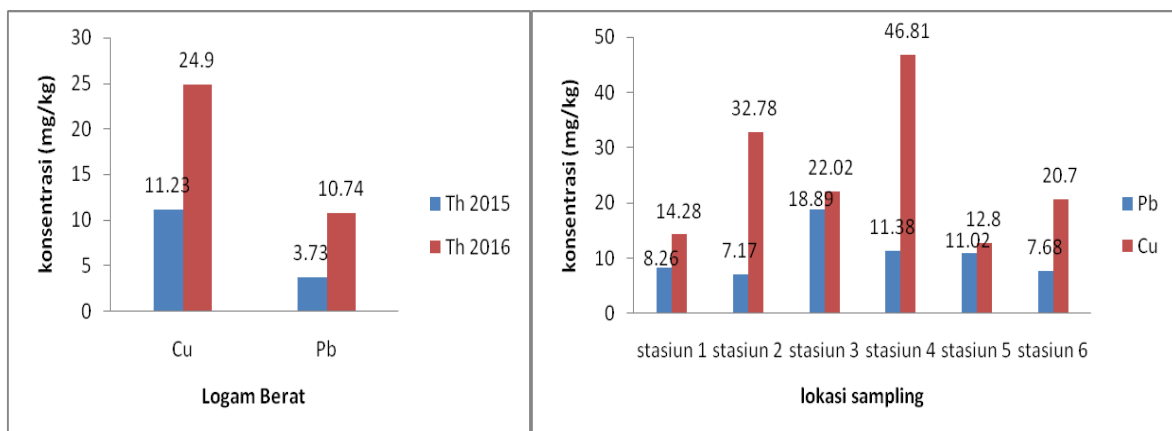
Analisa data dilakukan dengan menggunakan SPSS Versi 20. Uji Kolmogorov Smirnov dilakukan untuk menguji normalitas data dan uji-t 2 sampel untuk membandingkan kadar logam dalam lamun pada dua periode sampling (Mei 2015 dan April 2016). Selanjutnya untuk melihat distribusi kadar logam pada akar, batang dan daun dilakukan uji Anova yang dilanjutkan dengan uji *Scheffe*.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan logam Cu dan Pb terdeteksi dalam jumlah yang tinggi pada lamun. Berdasarkan periode sampling dari bulan Mei 2015 ke April 2016, rata-rata kadar logam Cu yang teramati pada *E. accoroides* di perairan barat pulau Batam meningkat dari 11,23 mg/kg berat kering menjadi 24,9 mg/kg berat kering. Sedangkan logam Pb meningkat dari

3,73 mg/kg berat kering pada Mei 2015 menjadi 10,74 mg/kg berat kering pada bulan April 2016. Uji normalitas menggunakan Kolmogorov Smirnov diperoleh nilai $Sig > 0,05$ sehingga disimpulkan bahwa data berdistribusi normal. Uji statistik menggunakan *two samples-t-test* diperoleh tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kadar logam Cu di tahun 2015 dan 2016 ($Sig = 0,152 > 0,05$), namun terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kadar logam Pb di tahun 2015 dan 2016 ($Sig = 0,004 < 0,05$) (Gambar 2a).

Kadar logam Cu pada lamun *E. accoroides* bervariasi dalam rentang 0.35-46.81 mg/kg (Tabel 1). Kadar logam Cu tertinggi teramati pada sampel lamun dari Sekupang yaitu 39,34 mg/kg berat kering, sedangkan terendah pada sampel lamun dari Tanjung Uncang yaitu 7,83 mg/kg berat kering. Uji perbedaan kadar logam pada masing-masing stasiun menggunakan Uji Kruskal-Wallis diperoleh nilai asymp sig = 0,455 > 0,05 sehingga disimpulkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan kadar logam Cu pada masing-masing stasiun. Kadar logam Pb yang teramati pada lamun *E. accoroides* bervariasi pada rentang 2,14-10,52 mg/kg. Kadar logam Pb tertinggi teramati pada lamun dari Tanjung Riau yaitu 10,52 mg/kg berat kering dan terendah pada sampel lamun dari Tanjung Pinggir yaitu 5,73 mg/kg berat kering. Uji Kruskal-Wallis diperoleh nilai asymp sig = 0,999 > 0,05 sehingga disimpulkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan kadar logam Pb pada masing-masing stasiun (Gambar 2b).



Gambar 2. (a) Rata-rata kadar logam Cu dan Pb pada semua lokasi sampling dalam lamun *E. accoroides* pada periode sampling Mei 2015 dan April 2016, (b) Rata-rata kadar logam Cu dan Pb dari setiap lokasi sampling

Tabel 1. Rata-rata kandungan logam berat Cu dan Pb pada *E. Accoroides* di perairan barat pulau Batam periode pengambilan sampel Mei 2015 dan April 2016

Lokasi sampling	Rata-rata kadar logam berat (mg/kg)			
	Tembaga		Timbal	
	2015	2016	2015	2016
Tanjung Pinggir	2,20	14,28	3,17	8,28
Sekupang	45,90	32,78	5,67	6,24
Tanjung Riau	10,58	22,02	2,14	10,52
Marina	5,48	46,81	3,45	7,42
Tanjung Uncang	2,85	12,80	2,90	6,96
Sagulung	0,35	20,70	5,07	6,38



Variasi kadar logam yang teramati pada sampel lamun di setiap stasiun diduga berkaitan dengan sumber polutan di sepanjang perairan pulau Batam. Tingginya kadar logam Cu pada Stasiun 2 (Sekupang) berkaitan dengan aktivitas di wilayah tersebut. Pesisir barat pulau Batam banyak ditemui aktifitas industri perkapalan, baik perbaikan maupun penggunaan kapal sebagai alat transportasi. Aktivitas tersebut cenderung untuk meningkatkan *intake* logam Cu dan Pb di lingkungan perairan. Logam Cu di perairan dapat bersumber dari mineral alami. Menurut Authman (2015), cemaran logam Cu di perairan disebabkan karena meningkatnya penggunaan Cu pada pestisida dan pembuangan limbahnya ke perairan. Tingginya kadar logam Pb diduga berkaitan dengan aktivitas pelayaran di kawasan tersebut. Limbah galangan kapal seperti sisa bahan bakar, oli, asap yang berasal dari kapal, hingga cat warna pada kapal mengandung logam Pb dan berpotensi mencemari kawasan pesisir (Simbolon *et al*, 2014). Logam Pb biasa digunakan sebagai aditif dalam bahan bakar mesin, industri cat dan kaleng, serta pestisida (Järup, 2003; Sarong *et al*, 2015).

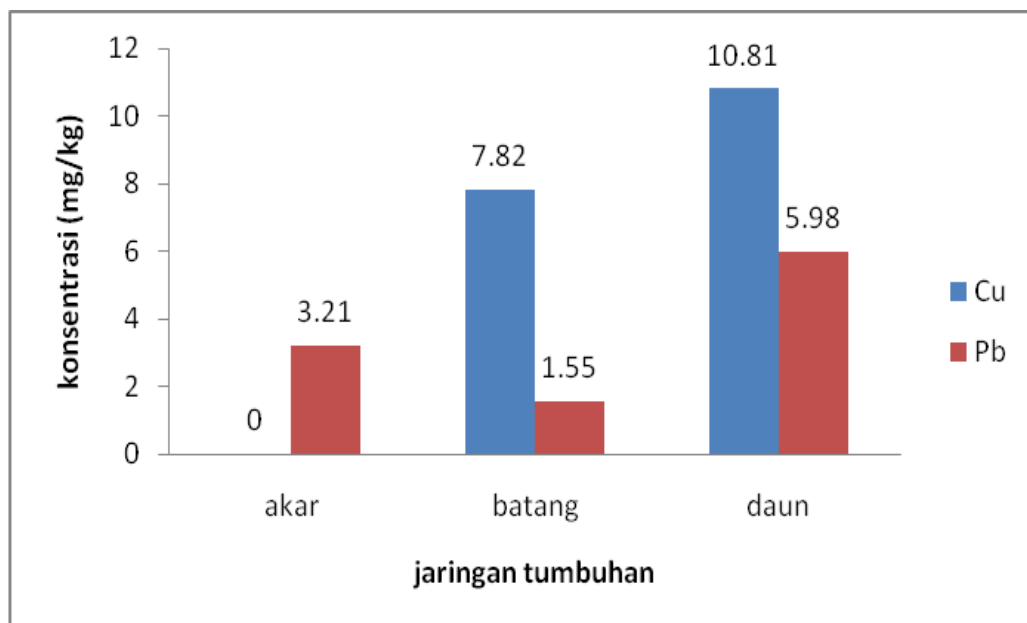
Logam Cu merupakan logam yang esensial bagi tumbuhan sehingga pada konsentrasi rendah dibutuhkan oleh tumbuhan. Namun, Cu bersifat toksik pada konsentrasi tinggi dan mempengaruhi fotosintesis (Sudharsan *et al*, 2012). Kadar Cu yang tinggi dapat menimbulkan efek merusak pada morfologi, fisiologi dan pada tingkat ultra struktur. Kelebihan Cu dapat menyebabkan klorosis, menghambat pertumbuhan akar dan merusak permeabilitas membran plasma. Lamun *H. ovalis* yang terpapar Cu pada 0,5 mg/l dilaporkan lebih lambat pertumbuhannya. Paparan hingga 2-4 mg/l logam Cu secara progresif mengurangi perpanjangan rizoma dan mengurangi jumlah bongkol. Paparan Cu yang lebih tinggi menyebabkan batang lamun membusuk dengan cepat (Ambo-Rappe *et al*, 2011).

Logam Pb bersifat toksik pada konsentrasi rendah. Efek paparan logam Pb pada tumbuhan lamun dilaporkan menghambat pertumbuhan (Ambo-Rappe *et al*, 2011), menyebabkan depigmentasi (Sudharsan *et al*, 2012) dan memberikan respon secara anatomi yang khas (Tupan dan Azrianingsih, 2016). Paparan logam Pb yang tinggi pada lamun spesies *T. hemprichii* dilaporkan menyebabkan penebalan pada eksodermis dan endodermis akar dan batang sehingga mempercepat pematangan dinding sel, pada daun menyebabkan perubahan pada lapisan kutikula dan penebalan pada sel epidermis (Tupan dan Azrianingsih, 2016).

Hasil pengukuran logam Pb pada akar, batang dan daun lamun *E. accoroides* mengungkapkan akumulasi logam Cu dan Pb tertinggi pada bagian daun (Gambar 3). Berdasarkan uji Anova disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kadar logam Pb pada akar, batang dan daun dengan nilai $Sig=0,005<0,05$. Uji lanjut menggunakan Uji *Scheffe* diperoleh tidak terdapat perbedaan kadar Pb pada akar dan batang ($Sig=0,373>0,005$), tidak terdapat perbedaan kadar Pb pada akar dan daun ($Sig=0,084>0,05$), namun terdapat perbedaan kadar Pb pada batang dan daun ($Sig=0,006<0,05$). Pola akumulasi logam Pb pada lamun *E. accoroides* menurun berdasarkan daun > akar > batang. Kandungan logam Pb pada akar lamun *E. accoroides* berkisar 0,35-6,27 mg/kg, pada batang berkisar 1,17-2,32 mg/kg dan pada daun berkisar 3,74-10,91 mg/kg (Tabel. 2). Akumulasi logam Cu tertinggi teramati pada daun lamun. Uji Anova diperoleh tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kadar logam Cu di bagian akar, batang dan daun lamun. Pola akumulasi logam Cu pada lamun *E. accoroides* menurun berdasarkan daun > batang > akar. Kadar logam Cu pada akar lamun *E. accoroides* berkisar 0,62-16,3 mg/kg, pada batang berkisar 1,42-17,01 mg/kg dan pada daun berkisar 3,25-22,75mg/kg.

Kemampuan translokasi logam berat oleh tumbuhan dari satu bagian ke bagian yang lain dapat diketahui dari nilai Translocation Factor (TF). Persamaan TF dihitung dari konsentrasi logam di bagian tumbuhan dibandingkan dengan konsentrasi logam di akar (Irawanto *et al*, 2015). Hasil perhitungan diperoleh nilai faktor translokasi logam Cu pada lamun *E. accoroides* dari akar ke daun sebesar 4,44; dari akar ke batang 2,48 dan dari batang ke

daun 2,40. Sedangkan nilai faktor translokasi logam Pb dari akar ke daun sebesar 4,42; dari akar ke batang 1,12 dan dari batang ke daun 3,9. Kemampuan lamun *E. accoroides* untuk mentranslokasi logam Cu dari akar ke seluruh bagian tumbuhan lebih tinggi dibandingkan dengan logam Pb. Perbedaan kemampuan translokasi antara kedua logam ini diduga disebabkan oleh karena logam Cu merupakan logam yang essensial bagi tumbuhan yang digunakan untuk pertumbuhan jaringan terutama jaringan daun dimana berlangsung proses fotosintesis. Selain itu logam Cu juga berfungsi sebagai salah satu unsur mikro yang diperlukan dalam mitokondria dan kloroplas, enzim yang berhubungan dengan transport elektron II, proses sintesis dan metabolisme karbohidrat dan protein serta sebagai dinding sel lignin (Hamzah dan Setiawan, 2010).



Gambar 3. Rata-rata kadar logam Cu dan Pb dalam jaringan lamun *E. accoroides*

Tabel 2. Kadar logam Pb dan Cu pada bagian akar, batang dan daun lamun

Lokasi sampling	Akar		Batang		Daun	
	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)
Tanjung Pinggir	0,35	0,62	1,50	2,65	6,41	11,01
Sekupang	2,03	5,79	1,40	4,24	3,74	22,75
Tanjung Riau	6,27	16,3	1,71	1,43	10,91	4,29
Marina	5,26	9,70	1,20	17,01	4,92	20,10
Tanjung Uncang	3,05	2,13	2,32	7,42	5,65	3,25
Sagulung	2,29	3,10	1,17	14,17	4,22	3,43

Up take logam Pb ke dalam lamun *E. accoroides* diduga karena proses sorpsi melalui akar. Uji statistik diperoleh korelasi positif antara kadar logam Pb pada akar dan daun, kadar logam Pb pada akar dan batang, dan kadar logam Pb pada batang dan daun dengan nilai koefisien korelasi berturut-turut 0,56; 0,07 dan 0,34. Logam Pb yang diserap oleh akar



ditranslokasikan ke batang dan daun lamun dan terakumulasi pada bagian daun. Fenomena ini diduga berkaitan dengan luas permukaan bagian daun yang lebih besar sehingga memungkinkan semakin banyaknya dinding sel tanaman yang mengandung pektin dan karbohidrat yang berperan dalam proses penyerapan ion (Supriyanti *et al.*, 2016).

Baku mutu logam berat untuk tumbuhan lamun tidak ditetapkan. Kadar logam Cu dan Pb yang terakumulasi pada lamun *E. accoroides* dari sepanjang perairan barat pulau Batam tergolong tinggi jika dibandingkan dengan lamun dari Pulau Andaman (Thangaradjou *et al.*, 2010), Johor (Ahmad *et al.*, 2015), dan perairan sebelah tenggara India (Sudharsan *et al.*, 2012). Namun kadar logam Pb dalam sampel lamun *E. accoroides* dari pulau Batam masih lebih rendah jika dibandingkan dengan lamun dari Waaï dan Galala, Ambon (Rijal *et al.*, 2014).

Kesimpulan

Terdapat peningkatan kadar logam Cu dan Pb dalam lamun *E. accoroides* dari perairan Batam, Kepulauan Riau pada tahun 2015 dan 2016, masing-masing sebesar 11,23 mg/kg berat kering menjadi 24,9 mg/kg berat kering untuk logam Cu, sedangkan logam Pb meningkat dari 3,73 mg/kg berat kering menjadi 10,74 mg/kg berat kering. Akumulasi logam tertinggi teramati pada bagian daun lamun *E. accoroides*, masing-masing 10,81 untuk logam Cu dan 5,98 mg/kg untuk logam Pb.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI) yang telah memberikan bantuan dana penelitian melalui Hibah Pekerti Tahun Anggaran 2015 dengan No. Kontrak 03/SP-PEKERTI/UNRIKA/IX/2015 Tanggal 20 September 2016.

Daftar Pustaka

- Ahmad, F., S. Azman, M.I. Mohd Said, L. Baloo. 2015. Tropical seagrass as a bioindicator of metal accumulation. *Sains Malaysiana*, 44(2): 203–210.
- Al-Homaidan, A.A., A.A. Al-Ghanayem, A.H. Alkhalifa. 2011. Green algae as bioindicators of heavy metal pollution in Wadi Hanifah Stream, Riyadh, Saudi Arabia. *International Journal of Water Resources and Arid Environments*, 1(1): 10–15.
- Ambo-Rappe, R., D.L. Lajus, M.J. Schreider. 2011. Heavy metal impact on growth and leaf asymmetry of seagrass, *Halophila ovalis*. *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 3(6): 149–159.
- Annibaldi, A., S. Illuminati, C. Truzzi, G. Libani, G. Scarponi. 2015. Pb, Cu and Cd distribution in five estuary systems of Marche, central Italy. *Marine Pollution Bulletin*, 96(1–2): 441–449.
- Authman, M.M. 2015. Use of fish as Bio-indicator of the effects of heavy metals pollution. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 6(4): 1–13.
- Dionísio, M., A. Costa, A. Rodrigues. 2013. Heavy metal concentrations in edible barnacles exposed to natural contamination. *Chemosphere*, 91(4): 563–570.
- El Nemr, A., G.F. El-Said, S. Ragab, A. Khaled, A. El-Sikaily. 2016. The distribution, contamination and risk assessment of heavy metals in sediment and shellfish from the Red Sea coast, Egypt. *Chemosphere*, 165: 369–380.
- El Nemr, A., A. Khaled, A. A. Moneer, A. El Sikaily. 2012. Risk probability due to heavy metals in bivalve from Egyptian Mediterranean coast. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 38(2): 67–75.
- Hamzah, F., A. Setiawan. 2010. Akumulasi logam berat Pb, Cu dan Zn di hutan mangrove Muara Angke, Jakarta Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 2(2):41-52.



- Ika, T., I. Said. 2011. Analisis logam timbal (Pb) dan besi (Fe) dalam air laut di wilayah pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara. *Jurnal Akademi Kimia*, 1(4): 181-186.
- Irawanto, R., A. Damayanti, B.V. Tangahu, I.F. Purwanti. 2015. Konsentrasi logam berat (Pb dan Cd) pada bagian tumbuhan akuatik *Coix lacryma-jobi* (Jali). *Prosiding Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam 2015 di FKIP UNS. Solo*. pp 138-146.
- Järup, L. 2003. Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, 68, 167–182.
- Khaled, A., A. Hessein, A.M. Abdel-Halim, F.M. Morsy. 2014. Distribution of heavy metals in seaweeds collected along marsa-matrouh beaches, Egyptian mediterranean sea. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 40(4): 363–371.
- Mamboya, F.A. 2007. Heavy metal contamination and toxicity studies of macroalgae from the Tanzanian Coast. Stockholm University, Stockholm.
- Napan, K., K. Kumarasamy, J.C. Quinn, B. Wood. 2016. Contamination levels in biomass and spent media from algal cultivation system contaminated with heavy metals. *Algal Research*, 19: 39–47.
- Nurhayati, T., H.A. Zamzami. 2014. Komposisi mineral mikro dan logam berat pada ikan bandeng dari tambak Tanjung Pasir Kabupaten Tangerang. *Depik*, 3(3): 234–240.
- Rijal, M., T. Rosmawati, N. Alim, M. Amin. 2014. Bioakumulation heavy metals lead (Pb) and cadmium (Cd) seagrass (*Enhalus acoroides*) in Waii and Galala Island Ambon. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 16(2): 349–356.
- Rochyatun, E., M.T. Kaisupy, A. Rozak. 2006. Distribusi logam berat dalam air dan sedimen di perairan muara Sungai Cisadane. *Makara Sains*, 10(1): 35-40.
- Sarong, M.A., C. Jihan, Z.A. Muchlisin, N. Fadli, S. Sugianto. 2015. Cadmium, lead and zinc contamination on the oyster *Crassostrea gigas* muscle harvested from the estuary of Lamnyong River, Banda Aceh City, Indonesia. *AACL Bioflux*, 8(1): 1–6.
- Sarong, M.A., A.L. Mawardi, M. Adlim, Z.A. Muchlisin. 2013. Cadmium concentration in three species of freshwater fishes from Keuretoe River, Northern Aceh, Indonesia. *AACL Bioflux*, 6(5): 486–491.
- Sudharsan, S., P. Seedeve, P. Ramasamy, N. Subhapradha, S. Vairamani, A. Shanmugam. 2012. Heavy metal accumulation in seaweeds and sea grasses along southeast coast of India. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 4(9): 4240–4244.
- Supriyantini, E., S. Sedjati, Z. Nurfadhli. 2016. Akumulasi logam berat zn (seng) pada lamun *Enhalus acoroides* dan *Thalassia hemprichii* di Perairan Pantai Kartini Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, 5(1): 14–20.
- Thangaradjou, T., E.P. Nobi, E. Dilipan, K. Sivakumar, S. Susila. 2010. Heavy metal enrichment in seagrasses of Andaman Islands and its implication to the health of the coastal ecosystem. *Indian Journal of Marine Sciences*, 39(1): 85–91.
- Tupan, C. I., R. Azrianingsih. 2016. Accumulation and deposition of lead heavy metal in the tissues of roots, rhizomes and leaves of seagrass *Thalassia hemprichii* (Monocotyledoneae, Hydrocharitaceae). *AACL Bioflux*, 9(3): 580–589.

Received: 30 November 2016

Accepted: 7 February 2017

How to cite this paper:

Ismarti, I., R. Ramses, F. Amelia, S. Suheryanto. 2017. Kandungan tembaga (Cu) dan timbal (Pb) pada lamun *Enhalus acoroides* dari Perairan Batam, Riau Kepulauan, Indonesia. *Depik*, 6(1): 9-22.